

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 863 322 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.1998 Patentblatt 1998/37

(51) Int. Cl.⁶: F16C 7/02

(21) Anmeldenummer: 98101991.2

(22) Anmeldetag: 05.02.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 04.03.1997 DE 19708567
23.07.1997 DE 19731625

(71) Anmelder:
Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:
• Schlegel, Udo
38159 Vechelde (DE)
• Vogelsang, Reinhard
38226 Salzgitter (DE)

(54) Verfahren zum Herstellen eines Pleuels

(57) In Pleuel von Brennkraftmaschinen werden in die Pleuelaugen Lagerschalen eingesetzt. Das Einsetzen der Lagerschalen führt zu einem Produktionsaufwand, der Ursache für Fehlerquellen darstellt. Mit dem neuen Verfahren sollen Pleuellager mit reduziertem Montageaufwand gefertigt werden.

Erfindungsgemäß wird das große Pleuelauge (3) mit einer Aluminiumbronze plasmabeschichtet. Nach der Plasmabeschichtung wird das Pleuelauge durch Abnehmen des Lagerdeckels (9) geöffnet, wobei die Plasmaschicht gebrochen wird. Anschließend wird der Deckel (9) wieder angeschraubt (10) und die eigentliche Gleitschicht durch Feinspindeln fertiggestellt.

Die Erfindung findet Einsatz in Brennkraftmaschinen.

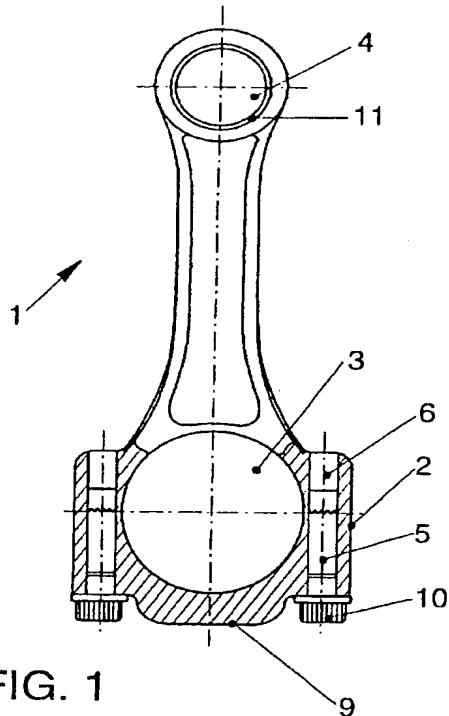


FIG. 1

EP 0 863 322 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Pleuelauges gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die heute zum Einsatz kommenden Pleuel, insbesondere für Brennkraftmaschinen, werden als sogenannte geschnittene Pleuel oder als Crackpleuel ausgeführt. Geschnitten oder gegrackt wird hierbei das große Pleuelauge, das die Kurbelwelle umgreift. Das kleine Pleuelauge braucht in der Regel nicht geöffnet zu werden, da es über einen geraden Bolzen mit dem Kolben verbunden wird.

Je nach Lagerbelastung, werden die Pleuelaugen mit unterschiedlichen Lagerschalen (Gleitlager) ausgestattet. Als Lagerschalen kommen insbesondere Stützschalenwerkstoffe zum Einsatz, die in der Regel aus Stahl C 10 nach DIN 17210 bzw. SAE 1010 gebildet sind. Die Lagerschalen können je nach Bauform und Verwendung kalt verfestigt sein. Auf diesen Stützschalenwerkstoff kann die eigentliche Gleitlagerlaufschicht, beispielsweise Weißmetall, Bleibronze, Leichtmetall, Spatterschichten o. ä., in Abhängigkeit der zu erwartenden Lagerbelastung aufgebracht werden. Die Ausführung der Lagerschalen kann als Dreistoff-, Zweistoff- oder Massivlagerschale oder anderes erfolgen. Damit die Lagerschalen nach der Montage einen einwandfreien Festsitz erreichen, werden die Lagerschalen mit einer Vorspannung montiert.

Die Lagerschalen stellen nicht nur einen materiellen Kostenfaktor dar, sie beinhalten auch einen Produktionsaufwand und stellen eine Fehlerquelle dar. So kann beispielsweise bei der Montage der Einsatz einer Lagerschale oder Lagerschalenhälfte vergessen werden, wodurch es zu erheblichen Motorschäden kommt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Pleuellager mit reduziertem Montageaufwand zu fertigen.

Diese Aufgabe wird gelöst mit den Maßnahmen des Anspruchs 1.

Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Ausführungsformen.

Erfundungsgemäß wird in ein Pleuelauge, hierbei handelt es sich insbesondere um das große Pleuelauge, ggf. auch beide Pleuelaugen, nicht mehr eine Lagerschale eingesetzt, sondern die Lagerschicht wird direkt durch thermisches Spritzen auf dem Pleuelauge aufgebracht. Als thermisches Spritzen kommt insbesondere Plasmaspritzen zum Einsatz. Die Pleuel sind insbesondere Teile einer Verbrennungskraftmaschine.

Bei dem Aufspritzen der Lagerschicht wird vorteilhaft ein Metall aufgespritzt, wobei bevorzugt Metalllegierungen zum Einsatz kommen. Weiterhin kommt bevorzugt ein Gemisch verschiedener Metalle (insbesondere Metalllegierungen) zum Einsatz. Ein solches Gemisch kann beispielsweise eine Mischung aus Aluminium und Zinn sein, wobei die Mischung besonders

vorteilhaft durch Mischen der einzelnen Komponenten in Pulverform erhalten wird. Die Klassifikation des Metallpulvers ist u.a. von den einzelnen Spritzparametern abhängig und kann von dem Fachmann durch Versuchsreihen leicht ermittelt werden. Als Lagerwerkstoffe werden vorteilhaft eingesetzt Bronzen, insbesondere Aluminiumbronze (Aluminium/Zinn), aber auch Kupferbronze sowie auch Metall-Weichstoff-Schichten und/oder Metall-Festschmierstoff-Schichten. Als Weichstoff kommen beispielsweise weiche Metalle, wie Blei zum Einsatz, die in einem härteren Metall, wie beispielsweise legiertem Aluminium (Aluminium/Kupfer/Magnesium/Chrom) verteilt sind. Als Weichstoffe können aber auch andere Materialien, wie beispielsweise Fluorpolymere (z. B. Polytetrafluorethylen) eingesetzt werden. Als Festschmierstoff eignen sich beispielsweise Verbindungen wie Molybdändisulfid, Bornitrit oder Graphit.

Besonders vorteilhaft wird der Lagerwerkstoff mit Übermaß aufgespritzt, das anschließend mechanisch nachbearbeitet wird. Zum Nacharbeiten kommt beispielsweise ein Honen zum Einsatz, insbesondere ist hier Feinspindeln geeignet. Beim Honen werden bevorzugt 20 bis 300 µm und insbesondere 50 bis 200 µm des Lagerwerkstoffes abgetragen; beim Feinspindeln beträgt das Übermaß vorteilhaft 50 bis 1 000 µm und insbesondere 100 bis 500 µm.

Die fertige Lagerschicht (nach dem Abtragen des Übermaßes) beträgt vorzugsweise 150 bis 800 µm und insbesondere 200 bis 500 µm. Eine solche Schicht ist erheblich dünner als die üblichen Lagerschalen, deren Dicke im Bereich 2,5 mm liegt. Dies bedeutet, daß am Pleuel entweder mehr Material bestehen bleibt (höhere Belastung möglich), oder daß die Pleuel mit einem geringeren Gewicht hergestellt werden können.

Erfundungsgemäß kann das Pleuelauge, das mit dem Lagerwerkstoff durch thermisches Spritzen beschichtet wird, vorteilhaft erst nach dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes geöffnet werden. Diese Verfahrensweise kommt besonders dann zum Einsatz, wenn das Pleuelauge aufgebrochen (gecrackt) wird. Bei diesem Verfahren wird das Pleuelauge (innen) mit je einer Kerbe an den gewünschten Bruchstellen verstehen. Die Kerben werden besonders vorteilhaft mittels eines Lasers eingebracht, wobei beispielsweise ein FK-Laser unter ca. 45° in das Pleuelauge eingefahren wird. Als Laserleistung kommen insbesondere 5 bis 10 kW zum Einsatz. Die Kerbe wird vorteilhaft in einer Breite von 0,3 bis 0,8 mm und in einer Tiefe von 0,2 bis 0,7 mm eingebracht. Die Bruchstelle sitzt üblicherweise in etwa mittig in dem Pleuelauge. Alternativ kann die Kerbe auch über ein Räumwerkzeug, beispielsweise durch Stoßen, eingebracht werden.

Beim Kerben und Brechen des Pleuelauges erfolgt der Verfahrensablauf vorteilhaft derart, daß zuerst das Pleuelauge gekerbt wird, dann wird der Lagerwerkstoff durch thermisches Spritzen aufgebracht und anschließend erfolgt das Brechen. Durch diese Verfahrensweise

entfällt der Spalt (bzw. wird minimiert) der sonst an der Bruchstelle bzw. zwischen den einzelnen Lagerschalen besteht. Ein solcher Spalt fördert bei einer hohen Motorbelastung den Abriß des Ölfilms. Durch die Verfahrensweise des Kerbens vor dem Beschichten des Lagerwerkstoffes erreicht man bessere Schmiereigenschaften. Unter Umständen kann auch ein Brechen vor dem Beschichten des Lagerwerkstoffes erfolgen, der dann anschließend nochmal (bevorzugt ohne Kerbung) gebrochen wird.

Wenn das Pleuelauge durch Aufschneiden geöffnet wird, erfolgt dies vorzugsweise vor dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes durch thermisches Spritzen. Bei dieser Verfahrensweise wird das Pleuelauge aufgeschnitten und die Trennflächen der verbliebenen Pleuelstange und des Pleueldeckels werden einzeln glatt geräumt. Die Teile werden anschließend wieder zusammenge setzt, mit Bohrungen und Gewinden versehen und zusammengeschraubt. Vorteilhaft wird in das wieder zusammengeschraubte Pleuelauge auch hier eine Kerbe (an der Trennstelle) eingebracht, insbesondere vor dem Beschichten mit dem Lagerwerkstoff. Anschließend wird das Pleuelauge zur Trennung der Lagerschicht vorteilhaft wieder aufgebrochen. Wenn das Brechen hierbei zu ungleichmäßig erfolgt, muß die Lagerschicht selbst gekerbt werden.

Das oben beschriebene Bearbeiten der Lagerschicht (Honen oder Spindeln) erfolgt besonders vorteilhaft erst nach dem Öffnen des Pleuelauges. Hierdurch wird ein eventuell beim Brechen der Lagerschicht entstehender Grat an der Bruchkante gleichzeitig mit der Entfernung des Übermaßes entfernt.

In das erfundungsgemäß hergestellte Pleuel kann auch ein Ölkanal in das Pleuelauge eingebracht werden. Dieser Ölkanal wird vorteilhaft erst nach dem Aufbringen der Lagerschicht und insbesondere nach deren Nachbearbeitung in das Pleuelauge gebohrt. Der Ölkanal kann hierbei auch durch die Pleuelstange hindurch zu dem gegenüberliegenden Pleuelauge gebohrt werden.

Erfundungsgemäß werden auch die Planflächen (große Seitenflächen) des Pleuels vorteilhaft erst nach dem Aufbringen der Lagerschicht nachgearbeitet. Die Nachbearbeitung erfolgt hier vorzugsweise durch Schleifen der Planflächen.

Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren wird dem Beschichten vorteilhaft ein Arbeitsschritt vorgeschaltet, in dem das Pleuelauge aufgerauht wird. Besonders vorteilhaft erfolgt das Aufrauen durch Sandstrahlen, es ist jedoch auch ein Strahlen mit einer unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit möglich. Das Material des Auges, insbesondere ein C 70 Stahl, wird hierbei vorteilhaft auf eine Mittenrauhtiefe R_a von 4 bis 30 μm , insbesondere 8 bis 12 μm aufgerauht. Bei solchen Mittenrauhtiefen wird eine besonders gute Haftung des Lagerwerkstoffes auf dem Material des Pleuelauges erreicht.

Für eine besonders vorteilhafte Fertigung der

5 Lagerschicht in dem Pleuelauge wird mindestens eine der Planflächen des Pleuelauges mit einer Schablone abgedeckt, die eine Öffnung im Bereich des Pleuelauges aufweist. Diese Öffnung soll in etwa gleich groß sein wie das Pleuelauge, so daß der Beschichtungsvorgang durch die Schablone zum einen nicht gestört wird und zum anderen eine Beschichtung der Planfläche im Bereich des Pleuelauges weitgehend vermieden wird. Wenn nur eine Planfläche mit der Schablone abgedeckt wird, dann liegt die andere Planfläche vorteilhaft auf einer Palette, die im Bereich des Pleuelauges ebenfalls eine Öffnung, wie die Schablone, aufweist.

10 Erfindungsgemäß werden die Pleuelaugen einzelner Pleuel vorteilhaft in einem Arbeitsgang beschichtet.

15 Hierzu liegen mehrere Pleuel, vorteilhaft 2 bis 10 und insbesondere 4 bis 8 derart übereinander, daß die zu beschichtenden Pleuelaugen einen Zylinder bilden. Hierzu kann auf einer Spezialpalette eine die Pleuel zentrierende Halterung vorgesehen sein, in die die Pleuel eingelegt werden. Vorteilhaft werden die bei diesem Verfahren praktisch gleichzeitig beschichteten Pleuel als Gruppe beibehalten, um anschließend in einer Verbrennungskraftmaschine gemeinsam verbaut zu werden. Vorteilhaft werden alle (gleichartigen) Pleuel 20 einer Verbrennungskraftmaschine durch Übereinanderlegen gemeinsam beschichtet. Wenn dies wegen der Anzahl der Zylinder (beispielsweise 12-Zylinder) konstruktiv nicht möglich ist, dann werden zumindest die Pleuel einer Zylinderreihe (6 beim V 12-Motor) übereinanderliegend beschichtet. Mit dieser Verfahrensweise wird erreicht, daß Pleuel gleicher Qualität in einer Verbrennungskraftmaschine verbaut werden.

25 Während des thermischen Spitzens wird besonders vorteilhaft ein Gasstrom durch das Pleuelauge hindurchgeführt, insbesondere wenn mehrere Pleuel übereinanderliegend beschichtet werden. Als Gasstrom eignet sich insbesondere Luft, die konditioniert und gereinigt wird. Insbesondere soll der Luftstrom praktisch frei von Fett und Feuchtigkeit sein und möglichst in einem vorgegebenen Temperaturbereich (um ca. 20 °C) liegen. Der Luftstrom hat vorteilhaft eine Strömungsgeschwindigkeit (Luftsinkgeschwindigkeit) von 3 bis 15 m/s und insbesondere 5 bis 8 m/s. Mit dem Gasstrom wird ein beim Spritzen entstehender Overspray wegblasen.

30 Das Spritzen des Lagerwerkstoffes erfolgt vorzugsweise mit einer rotierenden Spritzdüse, die insbesondere bereits oberhalb des Pleuelauges rotierend in das Pleuelauge (bzw. die Pleuelaugen) eingefahren wird. Mit einer solchen Spritzdüse wird eine besonders gleichmäßige Beschichtung im Pleuelauge erreicht. Die Spritzdüse wird bei dem erfundungsgemäßen Beschichten des Pleuelauges mit einem Vorschub von vorzugsweise 0,5 bis 20 mm/s, insbesondere 2 bis 8 mm/s in das Plasmaauge hinein und durch dieses hindurchgeführt.

35 Beim Spritzauftrag werden besonders bevorzugt mehrere Schichten des Lagerwerkstoffes auf dem Pleu-

elauge aufgetragen, wobei insbesondere 4 bis 30 Schichten in dem Pleuelauge gebildet werden. Die Schichten werden dabei vorteilhaft in unterschiedlichen Richtungen aufgetragen, was wiederum der Verbesserung der Schichtqualität dient. Dies wird beim Pleuelauge dadurch erreicht, daß die Spritzdüse das Pleuelauge während des Hineinfahrens und während des Hinausfahrens beschichtet, wobei eine rotierende Spritzdüse vorzugsweise ihre Rotationsrichtung beibehält.

Erfindungsgemäß werden die Pleuel in einer Serienfertigung mit dem Lagerwerkstoff beschichtet. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn zumindest einzelne Pleuel der Serie vermessen werden. Vermessen wird hierbei insbesondere die Mittenrauhtiefe R_a und/oder der Lagerwerkstoff selbst (z. B. die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Lagerwerkstoffes beim Einsatz eines Gemisches). Besonders bevorzugt erfolgt das Vermessen der Pleuel zerstörungsfrei.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1 ein Pleuel in Frontansicht;

Figur 2 das Pleuel in Seitenansicht; und

Figur 3 einen Schichtaufbau in dem großen Pleuelauge.

Fertigungsablauf Crackpleuel

Übliche Pleuel 1 (Fig. 1 und 2), wie sie beispielsweise bisher mit Lagerschalen versehen wurden, z. B. aus C 70 Stahl, werden auf eine Fertigungsstraße gelegt. Hieran schließt sich das Vorschleifen der Seitenflächen 2 an. Anschließend werden das große und das kleine Pleuelauge 3,4 vorbearbeitet, d. h. auf Maß gebracht. Außerdem erfolgt die Schraublochbearbeitung für den Pleueldeckel 9 in den Seitenflächen 2, d. h. es werden Bohrungen 5 und Gewinde 6 eingebracht.

Zur Vorbereitung des Crackens wird in das große Pleuelauge 3 ein FK-Laser 7 unter einem Winkel von 45° eingefahren. Mittels des Lasers 7 wird beidseitig und mittig in das große Pleuelauge 3 je eine Kerbe 8 in einer Breite von ca. 0,5 mm und einer Tiefe von ca. 0,3 bis 0,5 mm eingearbeitet. Alternativ kann die Kerbe auch über ein Räumwerkzeug eingebracht werden.

Nachdem die Kerben 8 eingebracht wurden, wird das große Pleuelauge 3, wie weiter unten beschrieben, plasmabeschichtet. Nach dem Auftrag der Plasmeschicht wird das große Pleuelauge 3 zusammen mit der Plasmeschicht über eine Brechvorrichtung mit einer Brechkraft von ca. 100 kN gecrackt. Die Bruchstelle wird gereinigt (mit Druckluft abgeblasen) und der abgebrochene Pleuellagerdeckel 9 mit Schrauben 10 mit dem vorgesehenen Drehmoment montiert. Auch das kleine Pleuelauge wird durch Einpressen einer Buchse

11 montiert. Danach werden die Planflächen 12 fertiggeschliffen.

Das große Pleuelauge 3 und ggf. auch das kleine Pleuelauge 4 werden nun auf Maß 16 (Fig. 3) gebracht. Dies geschieht durch Feinbohren bzw. Feinspindeln. Anschließend wird das Pleuel einer kompletten Reinigung unterzogen, vermessen und klassiert.

Fertigungsablauf geschnittenes Pleuel

Der Fertigungsablauf für ein geschnittenes Pleuel ist im wesentlichen mit dem oben beschriebenen Ablauf gleich, es wird jedoch das Pleuelauge bereits nach dem Räumen der Seitenflächen, der Kopfflächen und Schraubenauflagen durch Aufschneiden getrennt. Nach dem Aufschneiden werden die Trennflächen auf der Pleuelstange und dem Pleueldeckel einzeln geräumt. Hieran schließt sich ein Waschschritt an, nach dem das kleine Pleuelauge vor- und fertigbearbeitet wird. Nun werden die Deckelschrauben durch Einbringen von Bohrungen und Gewinden in die Seitenflächen eingebracht. Die Trennflächen an Pleuelstange und Pleueldeckel werden fertiggeschliffen, nochmal gewaschen und der Pleueldeckel auf die Pleuelstange montiert. Die Schnittfläche wird wieder mit einem FK-Laser gekerbt und anschließend wird das große Pleuelauge mit der Lagerschicht versehen, die anschließend wieder gebrochen wird.

Einzelne Fertigungsschritte, wie beispielsweise das Einpressen der Lagerschale 11 in das kleine Pleuelauge 4 können an unterschiedlichen Stellen des Gesamtablaufs erfolgen, beispielsweise auch bereits vor der Plasmabeschichtung.

Fertigungsablauf Plasmabeschichtung des großen Pleuelauges

Für die Plasmabeschichtung werden die Pleuel gewaschen und das große Pleuelauge mit Heißdampf entfettet, danach praktisch Restfeuchte frei getrocknet. Die so vorbehandelten Pleuel werden zu 4 bis 8 Stück übereinander gestapelt, so daß die großen Pleuelaugen konzentrisch auf einer entsprechenden Öffnung einer Spezialpalette liegen. Die Pleuel werden dabei vorteilhaft über das vorbearbeitete kleine Pleuelauge und die Pleuelstange bzw. Seitenflächen ausgerichtet und fixiert. Die beladenen Paletten gelangen über eine Bereitstellzone in eine Sandstrahleinheit, in der das große Pleuelauge durch Sandstrahlen auf eine Mittenrauhtiefe R_a von ca. 8 bis 12 μm gebracht wird. Anschließend werden die Pleuel in eine Reinigungsstation gefahren und die gestrahlte Oberfläche mit Druckluft ab- bzw. ausgeblasen. Die vorbehandelten Pleuel fahren schließlich in die Plasmastation, in der das große Pleuelauge mit einem rotierenden Plasmabrenner in einer Schichtdicke 15 von ca. 0,5 mm mit einer Aluminiumbronze beschichtet wird (Fig. 3). Die beschichteten Pleuel kommen danach in eine Kühlzone, von der die

abgekühlten Pleuel von der Spezialpalette entnommen und der oben beschriebenen Weiterbearbeitung zugeführt werden.

Die erfindungsgemäß hergestellten Pleuel haben den Vorteil, daß sie im großen Pleuelauge keine Lagerschale enthalten, somit entfällt auch die Lagerschalenmontage selbst sowie das Einbringen von Haltenuten bzw. das Entgraten der Lagerschalen. Hierdurch wird das Aufbringen der Plasmaschicht kostenmäßig wettbewerbsfähig. Außerdem ist bei den plasmabeschichteten Pleueln die Montagesicherheit erhöht, da keine Lagerschalen bei der Montage ausgelassen werden können.

Die erfindungsgemäßen Pleuel haben am großen Pleuelauge eine größere Stegbreite im Bereich der Lagerdeckelbefestigung, da die Plasmaschicht nach der Nachbearbeitung nur ca. 0,3 mm dick ist, eine Lagerschale jedoch 2,5 mm aufträgt. Hierdurch ist eine höhere Pleuelbelastung für hoherbelastete Motoren und/oder eine Gewichtserspartnis möglich. Außerdem entfällt der Spalt zwischen zwei Lagerschalenhälften, an dem bei einer höheren Belastung der Ölfilm abzureißen beginnt. Die erfindungsgemäß hergestellten Pleuel haben somit bessere Schmiereigenschaften.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Pleuels mit einem Pleuelauge, in dem eine Lagerschicht angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerschicht durch thermisches Spritzen eines Lagerwerkstoffes direkt auf das Pleuelauge aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerwerkstoff mittels Plasmaspritzen aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Lagerwerkstoff ein Metall, insbesondere eine Metalllegierung und insbesondere ein Gemisch verschiedener Metalle aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Lagerwerkstoff eine Bronze, insbesondere eine Aluminiumbronze, aufgebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Lagerwerkstoff eine Metall-Weichstoff- und/oder Metall-Festschmierstoff-Schicht aufgebracht wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der aufgebrachte Lagerwerkstoff mechanisch nachbearbeitet wird, insbesondere spannabhebend.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekenn-

zeichnet, daß der aufgebrachte Lagerwerkstoff gehont oder feingespindelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim Honen 20 bis 300 µm, insbesondere 50 bis 200 µm des aufgebrachten Lagerwerkstoffes abgetragen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim Feinspindeln 50 bis 1 000 µm, insbesondere 100 bis 500 µm abgetragen werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerwerkstoff in einer Dicke, ggf. nach einer Nachbearbeitung, von 150 bis 800 µm, insbesondere 200 bis 500 µm hergestellt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Pleuelauge erst nach dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes geöffnet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Pleuelauge durch Kerben und Brechen geöffnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Pleuelauge vor dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes gekerbt und nach dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes durch Brechen geöffnet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Pleuelauge vor dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes durch Aufschneiden geöffnet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das geöffnete Pleuelauge zusammengesetzt, gekerbt, danach mit dem Lagerwerkstoff beschichtet und gebrochen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das geöffnete Pleuelauge zusammengesetzt, beschichtet und danach gekerbt und gebrochen wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16 in Verbindung mit einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Nacharbeitung des Lagerwerkstoffes erst nach dem Öffnen des Pleuelauges erfolgt.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes ein Ölkanal in das Pleuelauge gebohrt wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes die Planflächen des Pleuels nachbearbeitet, insbesondere geschliffen werden. 5 Pleuelauge geführt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Aufbringen des Lagerwerkstoffes das Pleuelauge aufgerauht wird, insbesondere durch Sandstrahlen. 10

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Pleuelauge auf eine Mittenrauhtiefe R_a von 4 bis 30 μm , insbesondere 8 bis 12 μm aufgerauht wird. 15

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Pleuel mit ihnen mit dem Lagerwerkstoff zu beschichtenden Pleuelauge konzentrisch übereinanderliegend behandelt werden. 20

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, insbesondere alle Pleuel einer Zylinderreihe einer Verbrennungskraftmaschine übereinanderliegend behandelt werden. 25

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die mit dem Lagerwerkstoff zu beschichtenden Pleuelauen zumindest auf einer der Planflächen von einer Schablone, die eine Öffnung in etwa gleich groß wie das Pleuelauge aufweist, mit der Öffnung konzentrisch auf dem Pleuelauge angeordnet abgedeckt werden. 30

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das mit dem Lagerwerkstoff zu beschichtende Pleuelauge und/oder das mit dem Lagerwerkstoff beschichtete Pleuelauge zumindest von einzelnen Pleueln einer Serie zerstörungsfrei vermessen wird. 40

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerwerkstoff mittels einer rotierenden Spritzdüse bzw. mittels eines rotierenden Ablenkteils für den Lagerwerkstoffstrahl aufgebracht wird. 45

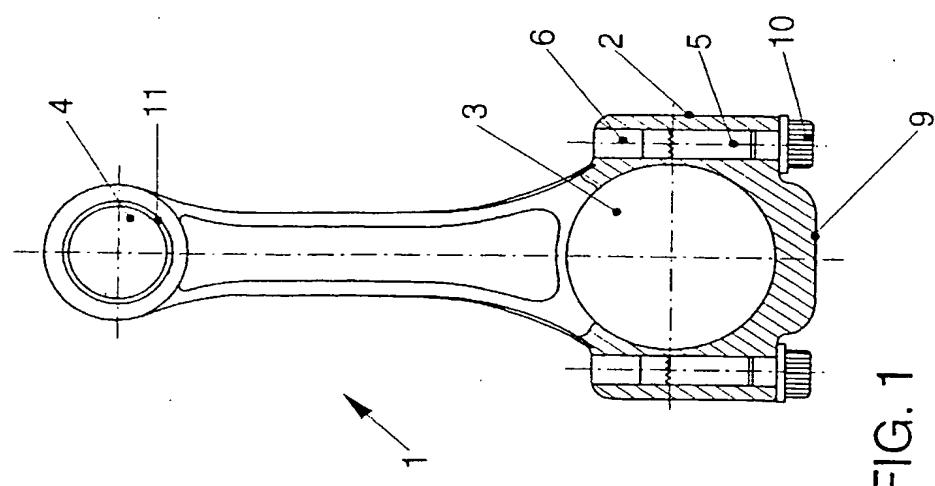
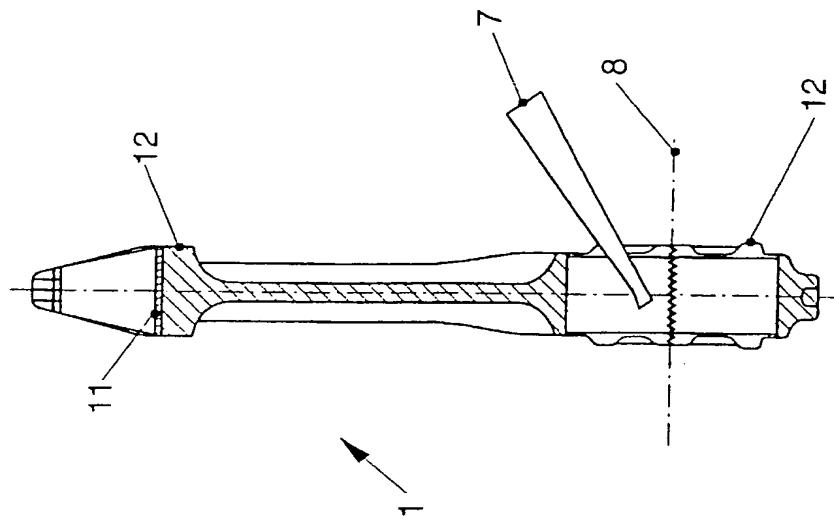
27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerwerkstoff in Pulverform aufgespritzt wird. 50

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des thermischen Spritzens ein Gasstrom, insbesondere Luftstrom, mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 3 bis 15 m/s, insbesondere 5 bis 10 m/s, durch das 55

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das thermische Spritzen mit einem Vorschub von 0,5 bis 20 mm/s, insbesondere 2 bis 8 mm/s, durch das Pleuelauge durchgeführt wird.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerwerkstoff in mehreren Schichten, insbesondere 4 bis 30 Schichten, die, gegebenenfalls teilweise wieder abgetragen, die Lagerschicht bilden, aufgebracht wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Schichten in unterschiedlichen Auftragsrichtungen, insbesondere in einander entgegengesetzte Richtungen, aufgetragen werden.



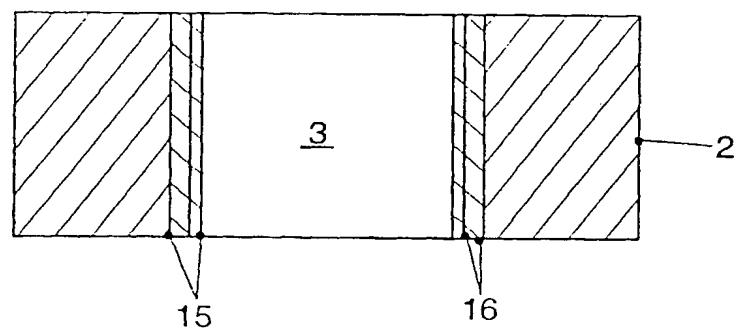


FIG. 3

Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 1991

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	WO 96 04485 A (GEROLD PANKL ET AL.) * Ansprüche 1-7 *	1	F16C7/02
A	DE 43 03 592 A (SINTERMETALLWERK KREBSÖGE GMBH) * Ansprüche 1-17 *	1	
A	WO 94 20765 A (SINTERMETALLWERK KREBSÖGE GMBH) * Ansprüche 1-18 *	1	
A	GB 1 083 003 A (THE GLACIER METAL COMPANY LIMITED) * Ansprüche 1,9,20 *	1	
A	US 5 080 056 A (M. S. KRAMER ET AL.) * Anspruch 1; Abbildung 17 *	1	
A,P	WO 97 16578 A (VOLKSWAGEN AG ET AL.) * Anspruch 16 *	20,21	
A	DE 584 864 C (THOMAS HARRY FROST) * Anspruch 6 *	23	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6) F16C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	18. März 1998	Sutor, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			